

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-14-0566****Nereaktívne tavné lepidlá na báze metalocénových polymérov pre priemyselné aplikácie**Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Ivan Chodák, DrSc.**Príjemca **Ústav polymérov SAV**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav polymerov SASV  
VIPO, a.s. Partizánske

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Na riešení projektu sa podieľali dve zahraničné pracoviská formou subdodávok:

1. Univerzita Tomáše Bati Zlín, Česká republika: Merania mólových hmotností a distribúcie mólových hmotností polymérov použitých v projekte pre výber zložiek modelových tavných lepidiel
2. Technische Hochschule Technikum Wien, Rakúsko. Testovanie optimálnych podmienok pre prípravu modifikátora polarity tavných lepidiel v jednom kroku súčasne so zamiešaním celej receptúry tavného lepidla vytlačovaním a príprava vzorky

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

#### ÚŽITKOVÝ VZOR PRIHLÁŠKA PODANÁ

Skúšobné teliesko na stanovenie adhéznej pevnosti tavného lepidla k substrátu v trhacom stroji

Prihlasovateľ (-ia)/ majiteľ (-ia)

Ústav polymérov SAV; Dúbravská cesta 9, 845 41 Bratislava 45; SK

VIPO a.s.; Gen. Svobodu 1069/4, 958 01 Partizánske; SK

Pôvodca (-ovia)

Chodák Ivan, prof. Ing., PhD. DrSc.; Ľuda Zúbka 9, 841 01 Bratislava 42; SK

Novák Igor, Ing., PhD.; Planckova 4, 851 01 Bratislava; SK

Pavlinec Juraj, Ing., PhD.; Gajova 2, 811 09 Bratislava 1; SK

Rychlý Jozef, Ing., DrSc.; Kolískova 4, 841 05 Bratislava; SK

Vanko Vladimír, Ing.; Horná 1415/4, 958 03 Partizánske 1; SK

Preťo Jozef, Ing.; Veľká okružná 1096/49, 958 01 Partizánske; SK

Hudec Ivan, prof. Ing., PhD.; Topoľčianska 20, 851 05 Bratislava; SK

Číslo prihlášky 96-2019

Dátum podania prihlášky 28.06.2019

#### PATENTOVÁ PRIHLÁŠKA

Názov Spôsob prípravy aditíva pre zvýšenie polarite tavných lepidiel

Prihlasovateľ (-ia)/ majiteľ (-ia)

Ústav polymérov SAV; Dúbravská cesta 9, 845 41 Bratislava 45; SK

VIPO a.s.; Gen. Svobodu 1069/4, 958 01 Partizánske; SK

Pôvodca (-ovia)

Chodák Ivan, prof. Ing., PhD. DrSc.; Ľuda Zúbka 9, 841 01 Bratislava 42; SK

Novák Igor, Ing., PhD.; Planckova 4, 851 01 Bratislava; SK

Pavlinec Juraj, Ing., PhD.; Gajova 2, 811 09 Bratislava 1; SK

Rychlý Jozef, Ing., DrSc.; Kolískova 4, 841 05 Bratislava; SK

Vanko Vladimír, Ing.; Horná 1415/4, 958 03 Partizánske 1; SK

Preťo Jozef, Ing.; Veľká okružná 1096/49, 958 01 Partizánske; SK

Podacie číslo 1000031770

Číslo prihlášky PP50034-2019

Dátum podania prihlášky 29.07.2019

**Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače**

1.02

1. PAVLINEC, Jiří - NOVÁK, Igor - RYCHLÝ, Jozef - KLEINOVÁ, Angela - NÓGELLOVÁ, Zuzana - PREŤO, Jozef - VANKO, Vladimír - ŽIGO, Ondrej - CHODÁK, Ivan. Hot melt adhesives prepared by grafting of acrylic and crotonic acids onto metallocene ethylene-octene copolymers. In Journal of Plastic Film and Sheeting, 2019, vol. 35, no. 3, p. 239-259. (IF 1.71). ISSN 8756-0879. Uverejnené v r 2018 a dostupné elektronicky, v tlačenej forme vyšlo až v r. 2019

2. Tuba Evgin ,Alpaslan Turgut , Miroslav Šlouf, Zdenko Špitalsky, Matej Micusik, Mehmet Sarikanat, Zuzana Nogellova, Igor Novak and Mária Omastová, Morphological, electrical, mechanical and thermal properties of high-density polyethylene/multiwall carbon nanotube nanocomposites: effect of aspect ratio Mater. Res. Express 00(2019)000000, (IF-1,49) V TLAČI, PRIJATÉ

Odoslané do tlače, v štádiu posudzovania

Rychlý Jozef, Rychlá Lyda, Novák Igor, Vanko Vladimír, Preťo Jozef, Chodák Ivan\*

Thermooxidative stability of hot melt adhesives based on metallocene polyolefins grafted with polar acrylic acids moieties, Polymer Testing (IF-3,05)

Pavlinec J., Novák I., Kleinová A., Nógellová Z., Preťo J., Vanko V., Chodák I. Investigation of hot-melt adhesives based on metallocene etylene-propylene copolymer, Kautschuk, Gummi, Kunststoffe

1.06

1. PAVLINEC, Jiří - CHODÁK, Ivan - NOVÁK, Igor - VANKO, Vladimír - PREŤO, Jozef. Influence of polar groups grafting to metallocene polyolefins on hot melt adhesive properties in packaging industry. In ChemZi : Slovenský časopis o chémii pre chemické vzdelávanie, výskum a priemysel, 2017, roč. 13, č. 1, s. 196-197. ISSN 1336-7242.

1.07

1. Igor Novák, Igor Krupa, Ján Sedliačik, Zuzana Nógellová, Ján Matyašovský, Peter Duchovič, Peter Jurkovič Investigation of Plastic / Wood Composites , INNOVATION IN WOODWORKING INDUSTRY AND ENGINEERING DESIGN, 2/2018 (14): 67–70

2. Igor NOVÁK, Ján SEDLIAČIK, Tomasz KRYSOFIAK, Barbara LIS, Anton POPELKA, Angela KLEINOVÁ, Ján MATYAŠOVSKÝ, Peter JURKOVIČ, Pavlo BEKHTA STUDY OF WOOD SURFACE PRE-TREATMENT BY RADIO-FREQUENCY DISCHARGE PLASMA Drewno 2019, Vol. 62, No. 203 DOI: 10.12841/wood.1644-3985.D14.06

1.08

1. Chodák I., Omastová M., Výskum na Ústave polymérov SAV zameraný na potenciálne aplikácie, Zborník 7. odborný seminár Trendy v plastikárskom priemysle 2017, str 10 – 12, 28. septembra 2017 Veľká Lomnica – 0,3 AH

2. Ivan Hudec, Spracovanie plastového odpadu z ojazdených vozidiel - súčasnosť, možnosti a limity, Zborník konferencie Keď odpad nie je odpadom Demänová, 10.4.2018

3. NOVÁK, Igor - KRUPA, Igor - CHODÁK, Ivan - ŽIGO, Ondrej - PREŤO, Jozef - VANKO, Vladimír. Investigation of wood-based polymer composites. In PMA 2017 & SRC 2017 : International Conference on Polymeric Materials in Automotive : 23rd Slovak Rubber Conference : book of proceedings. p. 172-174. ISBN 978-80-89841-04-2.(PMA 2017 & SRC 2017 : International Conference on Polymeric Materials in Automotive : Slovak Rubber Conference).

4. PAVLINEC, Jiří - CHODÁK, Ivan - NOVÁK, Igor - PREŤO, Jozef - VANKO, Vladimír. Polar groups grafting to metallocene polyolefins designed for hot melt adhesive

compositions. In PMA 2017 & SRC 2017 : International Conference on Polymeric Materials in Automotive : 23rd Slovak Rubber Conference : book of proceedings. Techn.red. D. Johec-Mošková. - Bratislava, Slovakia : Slovak University of Technology, Faculty of Chemical and Food Technology & Polymer Institute of SAS, 2017, p. 179-182. ISBN 978-80-89841-04-2.(PMA 2017 & SRC 2017 : International Conference on Polymeric Materials in Automotive : Slovak Rubber Conference).

1.09

1. CHODÁK, Ivan - PAVLINEC, Jiří - PREŤO, Jozef - VANKO, Vladimír - NOVÁK, Igor. Effect polar groups grafting to metallocene polyolefins on hotmelt adhesive properties. In Bio-Based Polymers and Composites : BiPoCo 2018 : 4th International Conference : abstract book. - Budapest, Hungary : Hungarian Academy of Sciences, 2018, p. 280-281.
2. Chodák I., Processing and Properties of Rubber with Unconventional Additives/Fillers, Europe Rubber Industry Forum 2019, All About Rubber Compounding, Vienna 8.-9.5.2019 <http://www.technobiz.org/download/rubber/ERIF-2019-Conference-Book.pdf>
3. František Ivanič, Ivan Chodák Vplyv zloženia a koncentrácie termoplastického škrobu na fyzikálne vlastnosti zmesi s polybutylén-adipát-tereftalátom Zborník Plastko, Zlín 18.-19.4. 2018 str 137 – 141
4. NOVÁK, Igor - PAVLINEC, Jiří - PREŤO, Jozef - VANKO, Vladimír. Hot-melt adhesives based on metallocene polyolefins. In PLASTKO 2018 : sborník příspěvků z konference. - Zlín, ČR : Universita Tomáše Bati ve Zlíně, 2018, p. 165-167. ISBN 978-80-7454-727-0.
5. NOVÁK, Igor - PAVLINEC, Jiří - CHODÁK, Ivan - KLEINOVÁ, Angela - PREŤO, Jozef - VANKO, Vladimír. FTIR of grafted metallocene polyolefins for hot melt adhesives. In Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW : Forestry and Wood Technology, 2018, no. 104, p. 158-162. ISSN 1898-5912.(Wood Material of the XXI-st Century : XXXII International Scientific Conference).
6. Ivanič F., Chodák I., Effect of composition and preparation conditions on mechanical properties of thermoplastic starch, Modern Polymeric Materials, vol. 6, 6th Int. Seminar Krakow 27 – 29 April 2016, pp. 111-116, Ed. Krysztof Pielichowski. 0,25 AH
7. Kruželák J., Dosoudil R., Hudec I., Strontium ferrite filled rubber composites cured with different curing systems, Zborník RubberCon 2017 Rubber Products for Automotive, Prague Czech republic, May 23 – 25 , 2017, pp117 – 121, 0,3 AH
8. Holičková P., Hudec I., Feranc J., Šutý Š., Kňazeová A., The properties of rubber compounds with natural fillers, Zborník RubberCon 2017 Rubber Products for Automotive, Prague Czech republic, May 23 – 25 , 2017, pp156 – 161, 0,3 AH
9. NOVÁK, Igor - PAVLINEC, Jiří - CHODÁK, Ivan - PREŤO, Jozef - VANKO, Vladimír. Metallocene polyolefins grafting designed for hot-melt adhesive compositions. In Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW : Forestry and Wood Technology, 2017, no. 98, p. 88-91. ISSN 1898-5912. Type: AFC

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

K významným výsledkom projektu možno zaradiť dve CC publikácie a ďalšie publikácie v recenzovaných vedeckých časopisoch, ako aj pomerne početné vystúpenia na konferenciách, v prevažnej väčšine medzinárodných. Z hľadiska zaradenia projektu do kategórie aplikačných projektov je významné podanie jedného úžitkového vzoru, chrániaceho vyvinutú originálnu metódu pre hodnotenie pevnosti lepeného spoja a jednej patentovej prihlášky, týkajúcej sa spôsobu prípravy aditíva do tavných lepidiel zvyšujúceho polaritu materiálu a tým aj pevnosť lepeného spoja.

Plánuje sa uplatnenie výsledkov projektu predovšetkým u partnera projektu VIPO, a.s. Partizánske, a to jednak v súvislosti s očakávaným zvýšením výroby tavných lepidiel pre lepenie papiera a viazanie kníh. V rámci projektu sa vyvinuli a otestovali receptúry s optimalizovaným zložením pomocou plánovaného experimentu, ktoré bude možné po prieskume záujmu prakticky okamžite zaviesť do výroby.

Súčasne sa v spolupráci s Kanceláriou pre transfer technológií SAV rozbehol marketingový prieskum nadväzujúci na projekt APVV, mapujúci možnosti rozšírenia aplikácií tavných lepidiel na báze metalocénových polyolefínov do oblasti iných aplikácií, najmä ako nosiče pre aktívne látky, kde by adhezíva vo forme fólií po pridaní aktívnych činidiel slúžili ako jednoducho a rýchlo aplikovateľné substráty pre krátko- a strednodobú ochranu proti korózii, biologickým a zdravotným vplyvom, ako aj mechanickým poškodeniam. Boli nadviazané kontakty (napríklad aj s gumárenským priemyslom – konferencia Europe Rubber Industry

Forum, Viedeň 2019 a RubberCon 2017), ktoré umožnia niektoré idey podrobnejšie preveriť a perspektívne aplikovať. Vzhľadom na počiatkové štádium tohto výskumu nie je možné poskytnúť detailnejšie informácie.

Z hľadiska vedeckého výskumu sú dôležité výsledky pripravené na publikovanie v CC časopise Polymer Testing, týkajúce sa testovania termooxidačnej stability. Tieto výsledky jednak dokumentujú vysokú stabilitu vyvinutých tavných lepidiel, ale súčasne v širšom kontexte pojednávajú o mechanizme termickej degradácie a stabilizácie kombinovaných systémov. Žiaľ, táto publikácia je zatiaľ len v stave odoslania do redakcie a nie je zaradená do počtu výstupov projektu, a to z dôvodu, že sa nepodarilo skôr odoslať patentovú prihlášku pre komplikácie s definíciou patentových nárokov a nutnosti dorobiť viaceré experimenty nad plánovaný rámec, pričom viaceré údaje v publikácii súvisia s podanou patentovou prihláškou.

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Projekt bol od začiatku smerovaný aplikačne s cieľom vyvinúť tavné lepidlá pre baliarenský priemysel a pre lepenie kníh. Tento cieľ sa podarilo splniť v plnom plánovanom rozsahu tým, že sa vyvinuli a podrobne otestovali dva typy tavných lepidiel, optimalizované sofistikovanou metódou päťúrovňového plánovaného experimentu, a to pre baliarenský priemysel a pre lepenie kníh, ďalej sa vyvinul postup pre kvantitatívne stanovenie pevnosti adhézneho spoja pre jednotlivé strany pri lepení kníh (výsledkom je úžitkový vzor) a vypracoval sa postup pre prípravu modifikátora adhézie očkovaním polárnych vinylových monomérov na niektorú zo zložiek tavného lepidla (výstupom je aj patentová prihláška), čím sa prekročil plánovaný počet 1 prihláška ochrany duševného vlastníctva, čo by do istej miery mohlo kompenzovať oneskorenie splnenia kritéria plánovaného počtu CC publikácií. Vedecké ciele sa z kvantitatívneho hľadiska splnili len čiastočne resp s oneskorením, pretože z plánovaných troch CC publikácií sú vytlačené resp prijaté do tlače len dve. Prakticky jediným dôvodom je, že s jednou publikáciou (do Polymer Testing) bolo potrebné čakať do podania patentovej prihlášky a publikácia sa odoslala až po ukončení projektu. Na druhej strane do redakcií CC časopisov sa poslali dve ďalšie publikácie s významnými výsledkami. Najmä publikácia (Polymer Testing), ktorá pojednáva o termooxidačnej stabilite tavných lepidiel by mohla vzbudiť výrazný záujem, pretože je založená na teoretickom hodnotení materiálov pre konkrétne aplikácie.

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

From very beginning the project was aimed to potential industrial application concerning the development of hot melt adhesives (HMA) for packaging industry and book binding. The planned goal was accomplish in full range since two types of HMA were developed and thoroughly tested. The final compositions of both were optimized by sophisticated method of five-level computer assisted experiment, namely for packaging industry and for book binding. Quantitative method for determination of adhesion joint strength was developed including the special accessories (holders) and the method was validated. Original procedure for synthesis of polarity modifier was proposed based on grafting the polar vinyl monomer/e.g. acrylic acid) onto polymeric chain of metallocene polyolefins; patent application was submitted. Thus the planned number of one IP protection was exceeded; this could be considered as certain compensation of delay in fulfilling the number of planned 2 publications in 2019.

Scientific goals were reached only partially since instead of planned three papers published in CC journals only two were published or accepted for publication, other two were submitted to CC journals (Polymer Testing and KGK). The only reason for the delay consisted in the delay in the manuscript submission until the patent application was submitted. On the other hand two additional manuscripts were submitted with important results. Especially the paper sent to Polymer Testing dealing with thermooxidation stability of HMA is supposed to attract interest of scientific community, since it combines testing the materials for specific applications with theoretical models of evaluation of degradation details.